

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電セラミックス柱の外周面を8等分する位置に長さ方向と平行な帯状電極を形成し、該8個の帯状電極を外周方向で一つおきにアース端子とし、残りの電極の互いに隣接するもの同志を駆動電極部及び検出電極部とした圧電振動ジャイロ素子を含むジャイロ装置であって、前記駆動電極部に接続され前記圧電振動ジャイロ素子を駆動する駆動回路と、前記検出電極部に接続され、前記圧電振動ジャイロ素子に加わる回転角速度を検出する検出回路と、前記駆動電極部と前記駆動回路との接続部に設けられた第1のスイッチと、前記検出電極部と前記検出回路との接続部に設けられた第2のスイッチと、前記残りの電極のうち前記圧電セラミックス柱の断面の中心を介して互いに対向する一対の電極に、第3のスイッチを介して接続される第1の差動増幅器と、前記残りの電極のうち前記一対の電極を結ぶ線に交差するように対向する他の一対の電極に、第4のスイッチを介して接続される第2の差動増幅器とを備えたことを特徴とするジャイロ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、船舶や自動車などの移動体及びこれに搭載される機器の姿勢制御やナビゲーションシステムなどに用いられるジャイロスコープの内、圧電振動子の超音波振動を用いた圧電振動ジャイロに関し、特に一本の圧電振動子を用いて角速度検出及び加速度検出の両方を可能にしたジャイロ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電振動ジャイロは振動している物体に回転角速度が与えられると、その振動方向と直角な方向にコリオリ力を生ずるという力学現象を利用したジャイロスコープである。このジャイロスコープにおいて、一方の振動を励振した状態で振動子を回転させると、前述のコリオリ力の作用によりこの振動と直角な方向に力が働き、他方の振動が励振される。この振動の大きさは入力側の振動の大きさ及び回転角速度に比例するため、入力電圧を一定にした状態で、この振動の大きさに比例した出力電圧の大きさから回転角速度の大きさを求めることが出来る。図6(a)は従来の圧電振動ジャイロの一例の構造概略図であり、図6(b)は図6(a)の圧電ジャイロの屈曲振動の状態の説明に供する図である。図*

$$F = M \cdot \alpha$$

$$V = K \cdot F$$

ここに、Mはおもりの質量、 α は加速度、Kは比例定数である。上記(1)及び(2)式から解るように、圧電セラミックス円環に発生する電圧は加速度に比例する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 図6(a)及び(b)に示した従来の圧電振動ジャイロにおいては、金属音片と圧電セラミックス薄板を接着剤を用いて接合してお

* 6(a)において、正方形断面形状を有する金属角柱11の隣合う面に、厚さ方向に分極された圧電セラミックス薄板12、13が接合されている。金属角柱11は互いに直角な二つの方向(X、Y)に、ほぼ同じ共振周波数で屈曲振動が可能であり、圧電セラミックス薄板12にこの共振周波数に等しい周波数の電圧を印加すると、圧電セラミックス薄板12を接合した面が凹凸となる方向に屈曲振動する(図6(b)参照)。この状態で、金属角柱11を長さ方向を軸として回転させるとコリオリ力の作用により金属角柱11は圧電セラミックス薄板13を接合した面が凹凸となる方向に屈曲振動し、圧電セラミックス13に回転角速度に比例した電圧が発生する。図6(a)に戻って、金属角柱11の長さ方向の一方の端面からおよそ全長の22.4%の位置の対向する金属面の中央部に面に垂直にそれぞれ細い金属線からなる支持線14、14'が溶接されている。さらに、他方の端面からおよそ全長の22.4%の位置の前記金属線が溶接された面と直交し、対向する金属面の中央部に面に垂直にそれぞれ細い金属線からなる支持線15、15'が溶接されている。これら金属線が溶接されている部分は金属角柱11の屈曲共振振動モードに対する振動の節点となっており、互いに直交する屈曲振動それぞれに対する影響を極力少なくするように細い金属線で支持されている。

【0003】ところで、従来から加速度の検出には種々の方式のものが実用されている。その中でも圧電セラミックスを用いた加速度センサは構造が簡単で、高温での使用が可能であることから、各種機械の振動検出および自動車のエンジンのノッキング検出などに広く使用されている。図7は従来の圧電方式の加速度センサの構造例を示す断面図である。図7において、加速度センサは、両面に電極が形成され、厚さ方向に分極された圧電セラミックス円環20、21を端子板22を介して分極の向きが逆向きになるように重ね、おもり23と共にケースを兼ねたベース24にナット25で締め付けた構造をしている。図7において、ケース24が圧電セラミックス円環の厚さ方向に振動すると、圧電セラミックス円環20、21には(1)式で表される力Fが作用し、圧電セラミックス円環の電極間には(2)式で表される電圧が発生する。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

り、接着位置のばらつきあるいは接着層のばらつきなどにより、圧電振動ジャイロの特性が変動するといった欠点があった。又、図7に示した従来の加速度センサは圧電セラミックス円環の厚さ方向の加速度成分だけを検出するもので、X、Yの2軸を同時に検出するためには図7に示した加速度センサ2個を直角に配置する必要がある、精度的に複雑で、大きくなる上に取り付け時に2つ

の加速度センサの直交度を精度よく合わせることが難しいという欠点があった。又、回転角速度と直線方向の加速度の双方を検出したい時は圧電振動ジャイロと加速度センサの両方のセンサを用いなければならず高価なものとなる欠点があった。そこで、本発明の技術的課題は簡単な構造の1個のセンサでX軸、Y軸の2軸加速度を検出することが可能な加速度センサ機能を持ち、構造が簡単で接着工程が不要でかつ特性のばらつきの少ない圧電振動ジャイロ機能を1個の素子でもたせたジャイロ装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、圧電セラミックス柱の外周面を8等分する位置に長さ方向と平行な帯状電極を形成し、該8個の帯状電極を外周方向で一つおきにアース端子とし、残りの電極の互いに隣接するもの同志を駆動電極部及び検出電極部とした圧電振動ジャイロ素子を含むジャイロ装置であって、前記駆動電極部に接続され前記圧電振動ジャイロ素子を駆動する駆動回路と、前記検出電極部に接続され、前記圧電振動ジャイロ素子に加わる力を検出する検出回路と、前記駆動電極部と前記駆動回路との接続部に設けられた第1のスイッチと、前記検出電極部と前記検出回路との接続部に設けられた第2のスイッチと、前記残りの電極のうち前記圧電セラミックス柱の断面の中心を介して互いに対向する一対の電極に、第3のスイッチを介して接続される第1の差動増幅器と、前記残りの電極のうち前記一対の電極を結ぶ線に交差するように対向する他の一対の電極に、第4のスイッチを介して接続される第2の差動増幅器とを備えたことを特徴とするジャイロ装置が得られる。

【0006】

【作用】本発明においては、駆動回路は駆動電極部に接続され圧電振動ジャイロ素子を駆動する。検出回路は、検出電極部に接続され、圧電振動ジャイロ素子に加わる力を検出する。第1のスイッチは、駆動電極部と駆動回路との接続部に設けられ、駆動電極部と駆動回路との接続及び遮断を行う。第2のスイッチは、検出電極部と検出回路との接続部に設けられ、検出電極部と検出回路との接続及び遮断を行う。第1の差動増幅器は、それらの残りの電極のうち圧電セラミックス柱の断面の中心を介して互いに対向する一対の電極に、第3のスイッチを介して接続される。第2の差動増幅器は、それらの残りの電極のうちこの一対の電極を結ぶ線に交差するように対向する他の一対の電極に、第4のスイッチを介して接続される。これら第1及び第2のスイッチと第3及び第4のスイッチは背反的に接続及び遮断を行う。

【0007】

【実施例】以下に、本発明の実施例について説明する。図1は本発明の実施例に係る加速度センサ機能をもったジャイロ装置の構成を示すブロック図である。図1にお

いて、ジャイロ装置は、駆動回路と検出回路と加速度検出部とを備えている。駆動回路は、圧電セラミックス円柱の外周面に形成された電極98、96に第1のスイッチS1、S2を介して接続された発振回路2及びこの発振回路2に一端が接続され、他端は電極92、94に第2のスイッチS3、S4を介して接続された加算回路3とを有する。検出回路は、第2のスイッチS3、S4から加算回路3までの導線から分岐して接続された差動増幅回路5、この差動増幅回路5及び加算回路3に接続された同期検波回路6及びこの同期検波回路6に接続された直流増幅回路7とを備えている。また、加速度検出部は、電極94、98と第3のスイッチS5及びS7を介して接続された差動増幅回路8と、電極92、96と第4のスイッチS6及びS8を介して接続された差動増幅回路19とを有している。第1、第2、第3及び第4のスイッチS1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8は後述するようにC、P、Uに接続された制御回路4により開閉を制御されている。

【0008】このジャイロ装置の動作について説明する。制御回路4によって図示しないスイッチ回路（トランジスタ又はリレーなど）にバイアスをかけて、スイッチS1、S2、S3、S4を通電させ、スイッチS5、S6、S7、S8を遮断すると、振動ジャイロとしての回路接続となる。発振回路2の出力がS1、S2を通して圧電セラミック円柱1の電極96、98に接続されて、前記圧電セラミック円柱が励振されて、図1中圧電セラミック円柱1の中の矢印方向へ振動する。この時検出電極92、94からは等しい電圧レベルの電圧が得られ、これを加算回路3にて合成して、発振回路2にフィードバックさせると、自励発振回路となり、圧電セラミックスの固有振動数と一致して発振する。圧電セラミックス1は長手方向の軸を中心に回転すると振動方向と直角な方向にコリオリ力が発生し、検出電極92、94から加えられた回転角速度に比例した分だけアンバランスな電圧の大きさの出力が得られる。このアンバランスな出力電圧を差動増幅回路5で増幅するとアンバランス分の出力電圧だけが得られ、これが回転角速度に比例することになる。そして、同期検波回路6により回転角速度の方向がわかり、整流後直流増幅回路7により、所定の感度のアナログ直流出力として、ジャイロ出力が得られる。又、制御回路4によりスイッチ回路に別モードのバイアスをかけて、スイッチS1、S2、S3、S4を遮断し、スイッチS5、S6、S7、S8を導通にさせると圧電振動ジャイロの駆動検出回路が切り離され、2軸検出加速度センサ回路が接続される。図1において出力電極94と98の中心を結ぶ方向（X方向）に振動的な加速度が加わると、圧電セラミックス1には出力電極94と98の部分に圧縮力と引張り力が交互作用し、出力電極94に圧縮力が作用し、出力電極98の部分に引張り力が作用している場合、出力電極94と98の共通ア

ース電極に対する分極の向きがそれぞれ同じよう出力電極からアース電極に向かう向きであり、出力電極94の部分と98の部分に作用する力の向きが逆向きであるため、出力電極94と98には逆極性の電圧が発生する。従って、これらの2つの出力電圧を差動増幅回路8の入力とするとX軸出力は加えられた加速度の大きさに比例することになる。同様にして出力電極92及び96の中心を結ぶ方向(Y方向)に振動的な加速度が加わると、出力電極92と96に逆極性の電圧が発生し、これらの2つの出力電圧を差動増幅回路19に接続するとY軸出力は加えられた加速度の大きさに比例する。

【0009】図1において、加えられた加速度の方向が出力電極の対向軸方向と異なる場合は、それぞれ直交する出力電極の対向軸方向の成分が検出される。つまり2つの検出信号を処理することにより、加えられた方向及び大きさを求めることができる。また、制御回路4においては、クロック回路を用いれば一定時間毎にジャイロ出力と加速度出力が交互に得られ、時分割で同時検出が可能である。又、外部の何らかの信号と同期させて、必要に応じてジャイロ出力と加速度出力を得るようにすることもできる。又、ジャイロ機能が働いている時に出力電極92と94の出力電圧を検出することにより、圧電セラミックスの自己診断も可能である。これら、制御回路4及びジャイロ出力、X軸加速度出力、Y軸加速度出力は夫々に対応するインターフェイスを有するCPU30に接続され、予め定められたプログラムに基づいて、図示しないステアリング機構及びブレーキ機構等の駆動部に出力され、ステアリング及び、ブレーキ等の駆動が制御される。

【0010】図2は本発明の圧電振動ジャイロに用いられる圧電セラミックス円柱の一構造例を示す斜視図である。図2において圧電セラミックス円柱1の外周面の円周を8等分する位置に長さ方向と平行な帯状電極91、92、93(図示せず)、94、95、96、97、98(図示せず)を形成し、各々の帯状電極を両端付近で円周で沿う方向で互いに1つおきに電氣的に接続し、夫々を2端子として分極処理を施す。

【0011】図3は、図2の圧電セラミックス円柱1を分極処理するときの分極方向を示す概略図である。図3において、一つおきの帯状電極91、93、95、97を電氣的に接続して共通アース電極とする。図中の破線の矢印は、分極方向を示している。

【0012】図4は、図1の圧電ジャイロの構成を示す部分断面図で、円筒3の手前を切り欠いて示している。図4に示すように、圧電セラミックスの支持構造は、圧電セラミックスの共振周波数におけるノード点の位置に全周からリング状支持部材10を挿着して、円筒10の中に装填して固定した。

【0013】図5は本発明のもう1つの4角柱圧電セラミックスを用いた圧電振動ジャイロ用振動子を示す断面

図である。図5において、4角柱圧電セラミックスの側面の4辺を覆うように長さ方向に沿った電極51、53、55、57が夫々形成され、また、各側面の中央に長さ方向に沿って、電極52、54、56、58が夫々形成されている。角部の電極51、53、55、57は夫々接地されている。従って、図3の圧電セラミックス円柱と同様に分極されて、図1で示す同様の回路を用いて圧電ジャイロを構成することができる。

【0014】

【発明の効果】以上に説明したように本発明によれば、単体の圧電セラミックスを使用した簡単な構造のセンサ1本を用いただけで、回転角速度及び直交度の精度の高い2軸加速度センサが得られ、更に接着剤が不要で接着位置や接着層のばらつきによる特性のばらつきがない加速度センサ機能付きジャイロ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係るジャイロ装置の構成の説明に供するブロック図である。

【図2】本発明の圧電振動ジャイロの一構造例を示す斜視図である。

【図3】本発明の圧電振動ジャイロの分極の向きを示す説明図である。

【図4】本発明の圧電振動ジャイロの支持部の構造図である。

【図5】本発明の圧電振動ジャイロの他の構造例を示す説明図である。

【図6】従来の圧電振動ジャイロの構造例を示す斜視図である。

【図7】従来の加速度センサの構造例を示す断面図である。

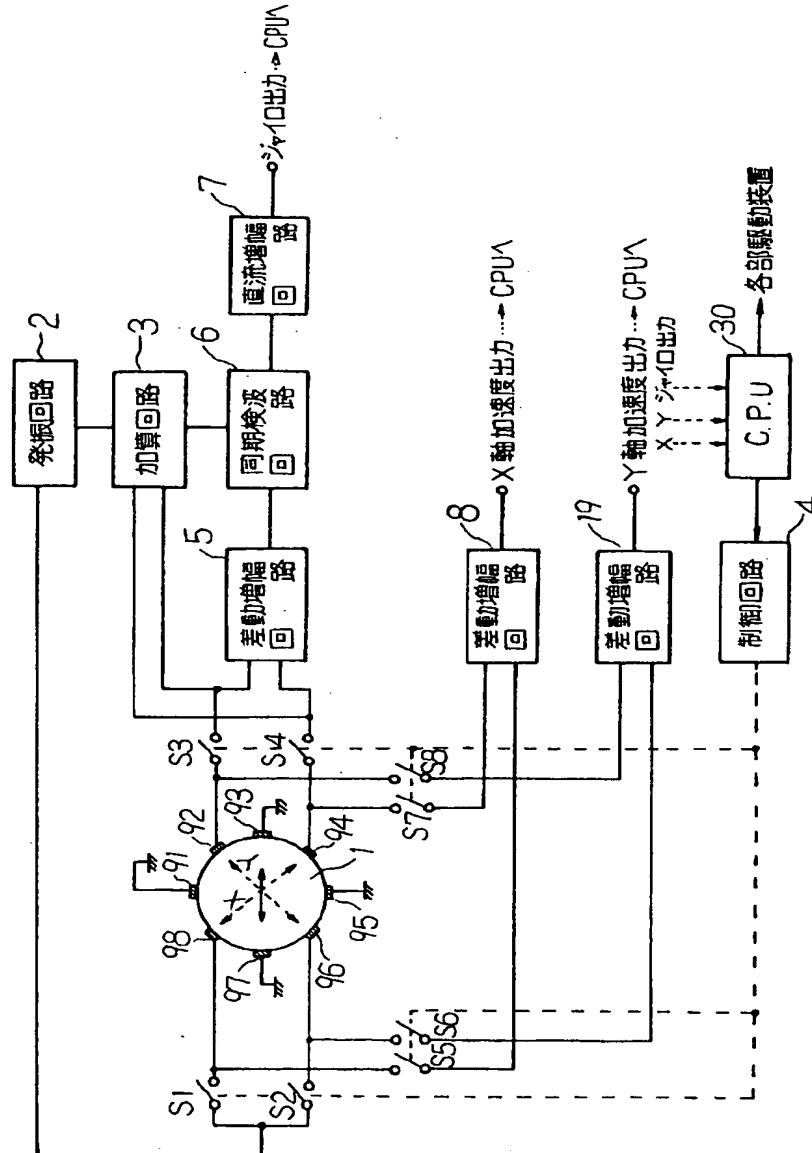
【符号の説明】

- 1 圧電セラミックス円柱
- 2 発振回路
- 3 加算回路
- 4 制御回路
- 5 差動増幅回路
- 6 同期検波回路
- 7 直流増幅器
- 8 差動増幅回路
- 9 電極
- 10 支持リング
- 11 金属角柱
- 12 圧電セラミックス薄板
- 13 圧電セラミックス薄板
- 14 金属支持線
- 15 金属支持線
- 19 差動増幅回路
- 20 圧電セラミックス円環
- 21 圧電セラミックス円環

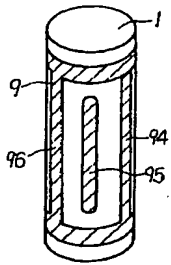
22 端子板
23 おもり
24 ベース

25 ナット
30 C. P. U

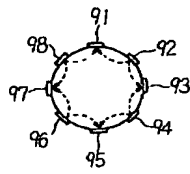
【図1】



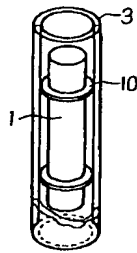
【図2】



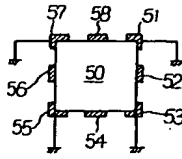
【図3】



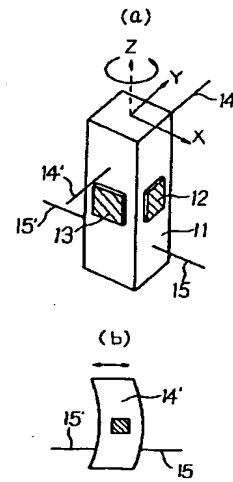
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

